

特 許 協 力 条 約

PCT

特許性に関する国際予備報告（特許協力条約第二章）

（法第12条、法施行規則第56条）
〔PCT36条及びPCT規則70〕

REC'D 13 JAN 2005

WIPO

PCT

出願人又は代理人 の書類記号 FS04-412PCT	今後の手続きについては、様式PCT/IPEA/416を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP2004/004590	国際出願日 (日.月.年) 31.03.2004	優先日 (日.月.年) 10.04.2003
国際特許分類 (IPC) Int. Cl ⁷ G01T1/20		
出願人 (氏名又は名称) 独立行政法人 科学技術振興機構		

- この報告書は、PCT35条に基づきこの国際予備審査機関で作成された国際予備審査報告である。
法施行規則第57条（PCT36条）の規定に従い送付する。
- この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 4 ページからなる。
- この報告には次の附属物件も添付されている。
 - ☒ 附属書類は全部で 7 ページである。
 - ☒ 補正されて、この報告の基礎とされた及び／又はこの国際予備審査機関が認めた訂正を含む明細書、請求の範囲及び／又は図面の用紙（PCT規則70.16及び実施細則第607号参照）
 - ☒ 第I欄4.及び補充欄に示したように、出願時における国際出願の開示の範囲を超えた補正を含むものとこの国際予備審査機関が認定した差替え用紙
 - ☐ 電子媒体は全部で _____ (電子媒体の種類、数を示す)。
配列表に関する補充欄に示すように、コンピュータ読み取り可能な形式による配列表又は配列表に関連するテーブルを含む。（実施細則第802号参照）
- この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
 - ☒ 第I欄 国際予備審査報告の基礎
 - ☐ 第II欄 優先権
 - ☐ 第III欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
 - ☐ 第IV欄 発明の単一性の欠如
 - ☒ 第V欄 PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
 - ☐ 第VI欄 ある種の引用文献
 - ☐ 第VII欄 国際出願の不備
 - ☐ 第VIII欄 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 13.10.2004	国際予備審査報告を作成した日 14.12.2004	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 中塚 直樹	2M 3104
電話番号 03-3581-1101 内線 3226		

様式PCT/IPEA/409 (表紙) (2004年1月)

第 I 欄 報告の基礎

1. この国際予備審査報告は、下記に示す場合を除くほか、国際出願の言語を基礎とした。

☐ この報告は、_____ 語による翻訳文を基礎とした。

それは、次の目的で提出された翻訳文の言語である。

☐ PCT規則12.3及び23.1(b)にいう国際調査

☐ PCT規則12.4にいう国際公開

☐ PCT規則55.2又は55.3にいう国際予備審査

2. この報告は下記の出願書類を基礎とした。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に応答するために提出された差替え用紙は、この報告において「出願時」とし、この報告に添付していない。)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書

第 1、2、4、4/1、5、6、7 ページ、出願時に提出されたもの

第 3 ページ*、13.10.2004 付けで国際予備審査機関が受理したもの

第 _____ ページ*、_____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

☒ 請求の範囲

第 2-5 項、出願時に提出されたもの

第 _____ 項*、PCT19条の規定に基づき補正されたもの

第 1 項*、13.10.2004 付けで国際予備審査機関が受理したもの

第 _____ 項*、_____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

☒ 図面

第 1-4 図、出願時に提出されたもの

第 _____ 図*、_____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

第 _____ 図*、_____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

☐ 配列表又は関連するテーブル

配列表に関する補充欄を参照すること。

3. ☐ 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ

☐ 請求の範囲 第 _____ 項

☐ 図面 第 _____ ページ/図

☐ 配列表(具体的に記載すること)

☐ 配列表に関連するテーブル(具体的に記載すること)

4. ☒ この報告は、補充欄に示したように、この報告に添付されかつ以下に示した補正が出願時における開示の範囲を超えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c))

☒ 明細書 第 4、4/1、5、5/1 ページ

☒ 請求の範囲 第 4 項

☒ 図面 第 5 図

☐ 配列表(具体的に記載すること)

☐ 配列表に関連するテーブル(具体的に記載すること)

* 4. に該当する場合、その用紙に“superseded”と記入されることがある。

第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	1-5	有
	請求の範囲		無
進歩性 (IS)	請求の範囲		有
	請求の範囲	1-5	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1-5	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

- 1、JP 2000-249768 A (浜松ホトニクス株式会社) 2000.9.14, 第【0046】、【0047】段落, 第1-14図
- 2、HAMAMATSU PHOTONICS K.K., MICROCHANNEL PLATE PHOTOMULTIPLIER TUBE (MCP-PMTs) R3809U-50 SERIES, 2002

請求の範囲1-5について

文献1には、シンチレータとして、CsとBrとの原子比がほぼ1:1であるCsBr結晶を用い、シンチレータからの受光に光電子増倍管を用いたガンマ線検出装置が記載されている。

また、文献2には、MCP内蔵光電子増倍管が記載されている。

文献1記載の光電子増倍管として、文献2記載の光電子増倍管を採用することは、当該技術分野の専門家にとっては自明のものである。

ゆえに、文献1、2の記載から請求の範囲1-5に係る発明は、進歩性を有していない。

補充欄

第I.4 欄の続き

明細書、図面及び請求の範囲には、「200～500nmの光」、及び、「不純物 Cs I 0.22モル%」について記載されていない。

能しか得られないため、ガンマ線の時間計測には使用されていなかった。

発明が解決しようとする課題

- 従来のガンマ線検出器は、時間分解能が不十分であった。そのため、以下の応用の際の制約となっていた。

(1) 医療における PET (Positron Emission Tomography, 陽電子断層撮影)

時間分解能が向上すれば、時間情報から、陽電子の位置を検出可能になり、測定時間の短縮、線源強度の低減など、被験者の負担低減につながる。

(2) 陽電子寿命測定法

- 10 材料科学において、陽電子の寿命測定は格子欠陥の検出に利用されている。時間分解能が向上すれば検出感度が向上する。

本発明は、このような制約を解消するため、ガンマ線検出の時間分解能を向上させることを目的とする。

15 課題を解決するための手段

本発明者らは、ガンマ線を光に変換するシンチレーター結晶として CsBr (臭化セシウム) を用い、光を電気信号に変換する光電子増倍管として MCP 内蔵タイプを用いることにより、ガンマ線検出において従来の値を大きく上回る時間分解能を得られることを見出し、本発明を完成させた。

- 20 即ち、本発明は、シンチレータとして CsBr 結晶を用い、シンチレータからの受光に光電子増倍管を用いた放射線検出装置であって、該光電子増倍管が、シングルフォトンが検出可能な感度と、シングルフォトンに対して 30 ps 以下の半値幅と、10 mm²以上の受光面積とを有することを特徴とする放射線検出装置である。このシンチレータの減衰時間は 50 ps 以下である。

25

図面の簡単な説明

第1図は、本発明に用いることのできる MCP 内蔵光電子増倍管とそのスペッ

クを示す（浜松ホトニクス株式会社のパンフレット）。

第2図は、MCP内蔵光電子増倍管（浜松ホトニクス R3809U）の構造を示す（浜松ホトニクス株式会社のパンフレットから）。

第3図は、実施例で用いた測定装置の配置を示す。

- 5 第4図は、測定結果を示す。横軸はチャンネル数（時間）を表し、縦軸はカウント数を表す。Position Aは移動前、Position Bは移動後の測定値を示す。

第5図は、CsBr結晶の放射スペクトルを示す。

発明の実施の形態

- 10 本発明の放射線検出装置は、シンチレータとしてCsBr結晶を用い、シンチレータからの受光に光電子増倍管を用いる。

本発明で用いるCsBr結晶は、そのように分類される如何なる結晶を用いてもよいが、CsBrを含むアルカリハライド結晶は、1960年代から高純度のものが光学用に商業的に提供されており、本発明においてはこのようなものを用

- 15 いることができる。

その成分はCs（セシウム）とBr（臭素）の原子比が1：1であり、結晶構造がCsCl型ものが好ましく用いられる。

- 20 CsBr結晶は放射線、特にガンマ線を照射すると200～500nmの光を放射するため、この放射光を受光するために光電子増倍管を用いる。CsBr結晶の放射スペクトルを図5に示す。

- 光電子増倍管は、光を電子に変換するための光電面と、その電子を増幅する増幅部から構成される。一方、MCP（マイクロチャンネルプレート）は、ガラスに微細な穴（チャンネル）が空いている素子であり、この両面に電圧（数kV）をかけると、負電位の側から入射した電子がチャンネルの壁にぶつかりながら2次
25 電子を出して増幅される。MCP内蔵光電子増倍管は、このような素子を内蔵することにより、シングルフォトンの検出を可能とし、応答時間を高速にした光電子増倍管である。このようなMCP内蔵光電子増倍管は市販されており、例えば、浜松ホトニクス株式会社からR3809UシリーズやR5916Uシリーズとして入手可能である。これらのスペックを第1図に示す。

本発明の放射線検出装置は、上記のCsBr結晶と光電子増倍管以外に、これら部品を結合して、放射線を検出するために適宜必要なスペックを有する装置を

組合わせて用いてもよい。例えば、CsBr結晶とMCP内蔵光電子増倍管にデジタルオシロスコープを組み合わせた、このデジタルオシロスコープを外部トリガ回路で動作させるよう構成してもよい。更に、検出された波形の処理のために適宜公知の装置を用いることができる。

- 5 この放射線検出装置の測定対象は、陽電子消滅ガンマ線が好ましく、線源はPETに使用されるものとして、C-11、N-13、O-15、F-18、陽電子寿命測定に使用されるものとしてNa-22、Ge-68などが挙げられる。

- 以下、実施例により本発明を例証するが、これらは本発明を制限することを意図したものではない。

実施例1

測定装置

- まず、シンチレータとして、CsBr結晶 (Korth Kristalle GMBH 社、不純物 CsI 0.22モル%) を用いた。その成分はCsとBrが1:1 (原子比) であり、結晶構造はCsCl型である。サイズは8mmφ×8mmであり、全面研磨品である。

- 光電子増倍管として、MCP内蔵光電子増倍管 (浜松ホトニクス R3809U) を用いた。その立ち上がり時間は150ps、走行時間のばらつきは25psである。
- 20 その構造を第2図に示す。第2図において、CATHODEが光電面で、ここで光が電子に変換され、その電子がMCPに入射し、増幅され、ANODEから出力される。

- このCsBr結晶にシリコングリスを全面に塗布したのち、光電子増倍管への貼り付け面以外を遮光テープで覆ってから、直接光電子増倍管の受光面に貼り付け、放射線検出装置とした。

線源として、 ^{22}Na (入手先: 日本アイソトープ協会、製造元: PerkinElmer lifescience 社) を用いた。強度は1MBqであった。 ^{22}Na からは、1.27 MeVのガンマ線と陽電子が同時に放出され、陽電子はすぐに2本の0.511 MeVのガンマ線になる。今回のセットアップでは1.27 MeVのガンマ線の

効果は無視できる。この線源のサイズは約 2 mm である。

請 求 の 範 囲

1. (補正後) シンチレータとしてC s B r 結晶を用い、シンチレータからの受光に光電子増倍管を用いた放射線検出装置であって、該光電子増倍管が、シングル
- 5 フォトンが検出可能な感度と、シングルフォトンに対して3 0 p s 以下の半値幅と、1 0 m m ²以上の受光面積とを有することを特徴とする放射線検出装置。
2. ガンマ線検出のための請求項1に記載の放射線検出装置。
3. 前記C s B r 結晶が、C s C l 型の結晶構造を有し、そのC s とB r の原子比が1 : 1である請求項1又は2に記載の放射線検出装置。
- 10 4. (補正後) 前記光電子増倍管が2 0 0 ~ 5 0 0 n mの光を検出し、前記シンチレータの減衰時間が5 0 p s 以下である請求項1 ~ 3のいずれか一項に記載の放射線検出装置。
5. 前記光電子増倍管が、M C P内蔵光電子増倍管である請求項1 ~ 4のいずれか一項に記載の放射線検出装置。

3/1/3

第 5 図

